

catatan kecil

**KONSERVASI KURATIF
KOLEKSI BERBAHAN LOGAM BESI**



**MUSEUM BENTENG VREDEBURG YOGYAKARTA
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

catatan kecil

KONSERVASI KURATIF
KOLEKSI BERBAHAN LOGAM BESI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL KEBUDAYAAN
MUSEUM BENTENG VREDEBURG YOGYAKARTA

2013

Jam Buka Museum

Selasa - Jumat : 07.30 - 16.00

Sabtu & Minggu : 07.30 - 17.00

Senin tutup

Libur Nasional Tetap Buka

Tiket Masuk Museum:

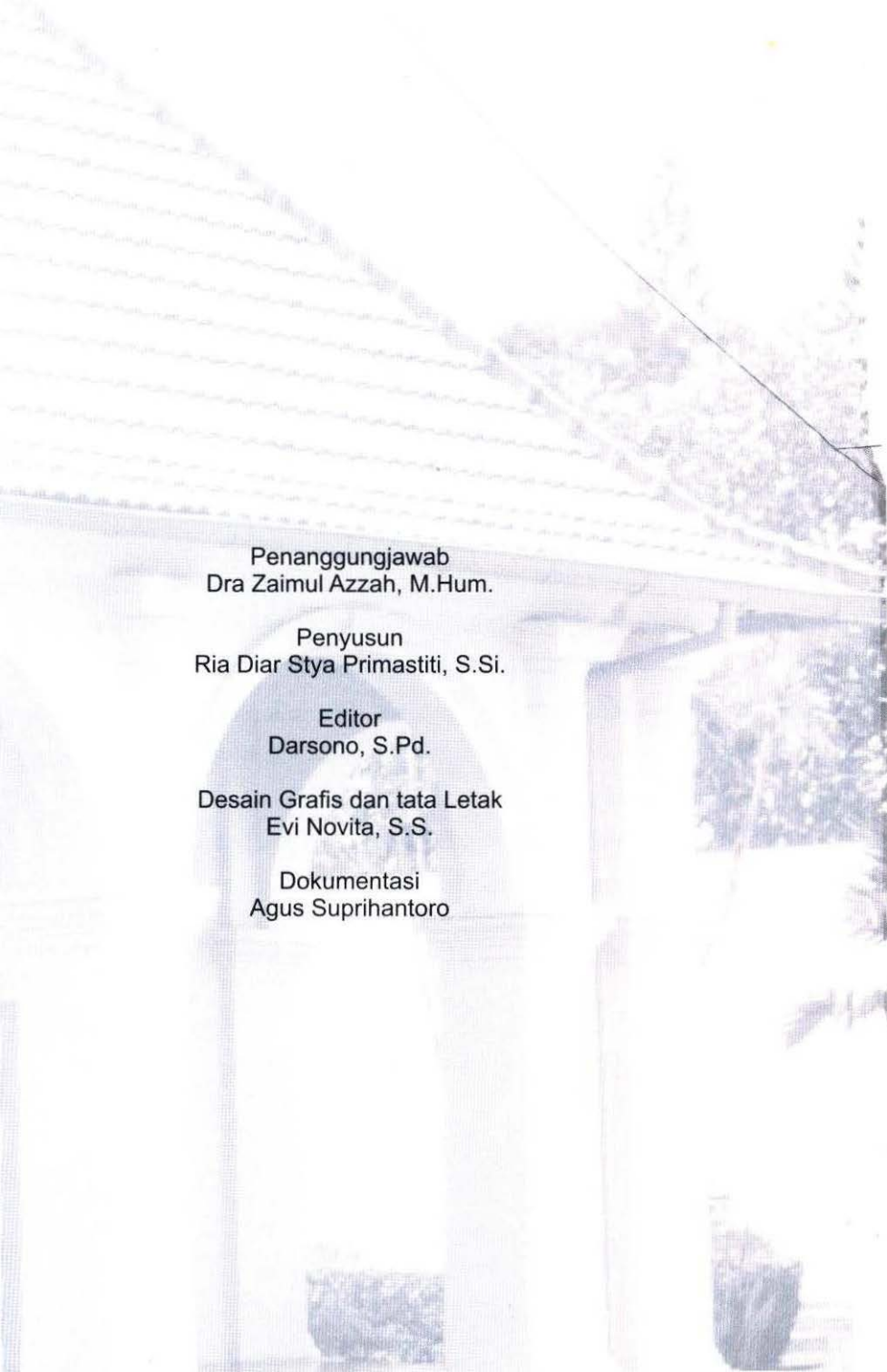
Anak-anak : Rp. 1.000

Dewasa : Rp. 2.000

Rombongan Anak-anak : Rp. 500

Rombongan Dewasa : Rp. 1.000

Wisatawan Mancanegara : Rp. 10.000



Penanggungjawab
Dra Zaimul Azzah, M.Hum.

Penyusun
Ria Diar Styra Primastiti, S.Si.

Editor
Darsono, S.Pd.

Desain Grafis dan tata Letak
Evi Novita, S.S.

Dokumentasi
Agus Suprihantoro

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas rahmat dan karunia Nya maka catatan kecil ini dapat tersusun dalam bentuk buku: Catatan Kecil Konservasi Kuratif Koleksi Berbahan Logam Besi MUSEUM BENTENG VREDEBURG.

Buku ini secara ringkas berusaha mendokumentasikan langkah-langkah konservasi kuratif yang dilaksanakan di Museum Benteng Vredeburg Yogyakarta, terutama pada koleksi yang terbuat dari logam besi. Buku ini juga berusaha mengupas beberapa aspek penting dari logam besi yang rentan terhadap bahaya korosi.

Kami berharap buku ini dapat dimanfaatkan sebagai referensi (pedoman) dalam pelaksanaan konservasi benda-benda koleksi khususnya yang terbuat dari besi dan dapat memberikan nilai tambah bagi masyarakat khususnya pelajar. Meski demikian, kami menyadari bahwa buku ini masih banyak kekurangan. Besar harapan kami adanya masukan demi kesempurnaan buku ini.

Yogyakarta, April 2013

Penyusun

SAMBUTAN
KEPALA MUSEUM BENTENG VREDEBURG YOGYAKARTA

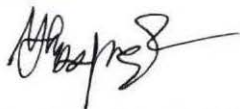
Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia Nya yang telah dilimpahkan pada kita semua. Kami menyambut baik atas terbitnya buku tentang konservasi kuratif pada koleksi yang terbuat dari bahan logam besi.

Sebagai museum khusus sejarah perjuangan nasional, Museum Benteng Vredenburg memiliki banyak koleksi yang di antaranya terbuat dari bahan logam besi, yang diketahui sebagai salah satu unsur logam yang sangat rentan terhadap bahaya korosi. Mengingat nilai penting yang terkandung pada koleksi tersebut maka mutlak dilakukan pelestarian baik yang bersifat preventif maupun kuratif.

Ke depan diharapkan dapat pula diterbitkan buku panduan tentang konservasi koleksi berbahan lain sehingga dapat menjadi referensi yang lengkap bagi pelaksanaan konservasi khususnya di Museum Benteng Vredenburg Yogyakarta. Semoga buku ini dapat menjadi salah satu nilai tambah pengetahuan dalam perawatan benda-benda yang terbuat dari bahan besi serta dapat melengkapi pengetahuan bagi para pelajar.

Yogyakarta, April 2013

Kepala



Dra Zaimul Azzah, M.Hum

NIP. 19630728 198702 2001

DAFTAR ISI

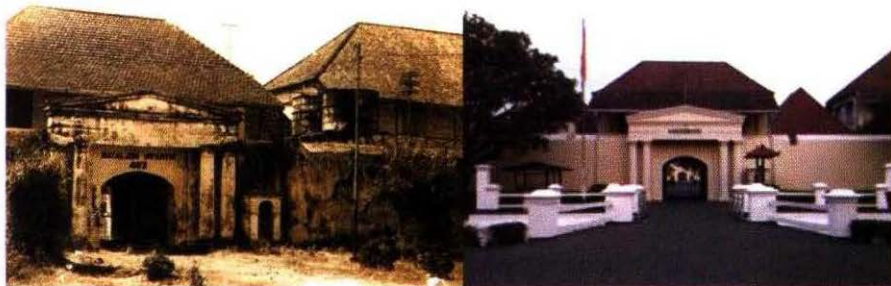
HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
SAMBUTAN KEPALA MUSEUM BENTENG VREDEBURG.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Museum Benteng Vredeburg.....	1
B. Logam Besi.....	3
BAB II FAKTOR KERUSAKAN BESI.....	12
BAB III TEKNIK KONSERVASI LOGAM BESI.....	22
BAB IV PENUTUP.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32

BAB I

PENDAHULUAN

A. MUSEUM BENTENG VREDEBURG

Museum Benteng Vredeburg Yogyakarta merupakan museum khusus sejarah perjuangan nasional kebanggaan bangsa Indonesia terutama rakyat Yogyakarta. Berlokasi di Jalan Jenderal A. Yani No.6 Yogyakarta, museum ini berbatasan dengan Jl. Pabringan di bagian utara, batas timur adalah jalan Sriwedani, selatan: jalan Panembahan Senopati dan barat: jalan Jend. A. Yani. Bangunan museum ini menempati tanah seluas 22.480 m² dengan luas bangunan 8.483 m². Museum ini menempati bangunan bekas Benteng Vredeburg yang dibangun pada masa kependudukan Belanda. Seiring perkembangan kawasan, batas-batas bangunan ini pun mengalami perubahan. Sisi utara bergeser ke selatan mendekati ke benteng karena lahan dimanfaatkan sebagai area parkir kendaraan, sedangkan di sebelah timur pergeseran terjadi karena pembangunan Taman Pintar dan Taman Budaya Yogyakarta. Dengan demikian, kompleks Benteng Vredeburg sebelah timur hanya dibatasi oleh taman yang langsung berhimpitan dengan kompleks Taman Pintar dan Taman Budaya Yogyakarta.





Keberadaan Museum Benteng Vredenburg Yogyakarta memantapkan kota Yogyakarta sebagai kota sejarah, kota wisata, dan kota pendidikan. Museum ini menyimpan banyak informasi sejarah perjuangan dalam rangka merintis, mencapai, mempertahankan, dan mengisi kemerdekaan. Meskipun Benteng Vredenburg berdiri pada masa kejayaan Belanda, namun perlu diingat bahwa bangunan yang megah, kokoh, dan indah ini diciptakan dari tangan-tangan rakyat Yogyakarta. Inilah point yang membanggakan bangsa dan sudah selayaknya para generasi muda menghargainya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pelestarian terhadap Museum Benteng Vredenburg yang juga ditetapkan sebagai Benda Cagar Budaya (BCB). Pelestarian bukan berarti

simbol pengagungan kejayaan kolonial Belanda, namun lebih kepada pelestarian untuk mendapatkan fungsi baru sebagai sumber informasi dan aspirasi perjuangan nasional bagi generasi yang akan datang.

B. LOGAM BESI

Logam dikenal sejak manusia menguasai kemampuan mengelola api serta mengolah biji logam yang terdiri dari peleburan, pencampuran, penempaan, dan pencetakan berbagai jenis benda. Kemunculan benda-benda logam secara sporadis di beberapa daerah di Indonesia diyakini merupakan pertanda dimulainya babak akhir masa prasejarah. Babak ini dikenal sebagai masa logam awal (*Paleometalik* atau *perundagian*) yang ditandai pula dengan penyempurnaan berbagai ketrampilan yang telah dimiliki manusia (Sumijati As., 2001: 132). Budaya logam selanjutnya berkembang, tidak hanya pada masa prasejarah, namun sampai masa kini. Benda Cagar Budaya (BCB) yang juga disebut sebagai benda warisan budaya merupakan benda yang perlu dilindungi dan dilestarikan serta dirawat keberadaannya. Hal tersebut dilakukan untuk kepentingan pembinaan kebudayaan nasional. Secara sederhana, benda cagar budaya dapat dibedakan menjadi benda cagar budaya bergerak (*movable*) dan benda cagar budaya tidak bergerak (*non movable*). Benda cagar budaya yang dimaksud, tergolong benda bergerak atau dapat dipindahkan kemana saja sesuai dengan kepentingannya. Benda cagar budaya ini dapat dimiliki negara atau perorangan, dapat juga disimpan dan dirawat di museum.

Berdasarkan definisi ICOM (*International Council of Museums*), museum adalah institusi permanen, nirlaba, melayani kebutuhan publik, dengan sifat terbuka, dengan cara melakukan usaha pengoleksian, mengkonservasi, meriset, mengkomunikasikan, dan memamerkan benda



nyata kepada masyarakat untuk kebutuhan studi, pendidikan, dan rekreasi. Oleh karena itu museum dapat dijadikan bahan studi oleh kalangan akademis, dokumentasi kekhasan masyarakat tertentu, ataupun dokumentasi dan pemikiran imajinatif di masa depan. Museum juga difungsikan sebagai sebuah wadah untuk melestarikan benda-benda bersejarah yang berkaitan dengan peradaban manusia pada zaman nenek moyang bangsa Indonesia sampai dengan peradaban teknologi yang digunakan dari masa ke masa, dimana para generasi muda sekarang harus mengetahui dan mengenal kebudayaan bangsanya sehingga timbul rasa cinta terhadap kebudayaan bangsanya sendiri.

Menurut Sutaarga, Amir (1983:22) dalam Wahono 2007, secara teoritis museum sebagai lembaga mempunyai sembilan fungsi yaitu: (1) pengumpulan dan pengamanan warisan alam dan budaya, (2) dokumentasi dan penelitian ilmiah, (3) konservasi dan preservasi. (4) penyebaran dan pemerataan ilmu untuk umum, (5) pengenalan dan penghayatan kesenian, (6) pengenalan kebudayaan antar daerah dan antar bangsa, (7) visualisasi warisan alam dan budaya,

(8) cermin pertumbuhan peradaban umat manusia, (9) pembangkit takwa dan bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa.

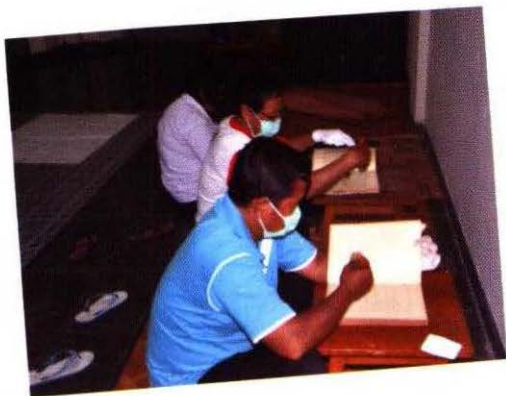
Museum dalam kaitannya dengan warisan budaya adalah lembaga, tempat penyimpanan, perawatan, pengamanan, dan pemanfaatan benda-benda bukti materiil hasil budaya manusia serta alam dan lingkungannya guna menunjang upaya perlindungan dan pelestarian kekayaan budaya bangsa (Pasal 1. (1). PP. No. 19 Tahun 1995). Museum terdiri dari koleksi yang merupakan benda-benda bersejarah yang memerlukan perawatan ekstra. Perawatan dibutuhkan agar benda koleksi tidak rusak begitu saja dimakan usia, karena bakteri ataupun oksidasi. Perawatan terhadap benda koleksi museum biasanya dilakukan oleh seorang konservator museum atau bagian konservasi museum.

Konservasi koleksi benda cagar budaya di sebuah museum penting dilakukan mengingat keberadaan sebuah benda koleksi sangat tergantung dari proses perawatan dan pemeliharannya. Baik dan buruknya keberadaan koleksi sangat tergantung dari proses yang dilaksanakan oleh kelompok konservasi. Hal itu disebabkan karena kelompok tersebut yang bertanggung jawab terhadap pemeliharaan dan perawatan koleksi sebuah museum. Konservasi koleksi museum artinya melakukan kegiatan untuk melestarikan keberadaan dan nilai-nilai yang terdapat pada koleksi museum. Ditinjau dari fungsinya kegiatan konservasi mempunyai dua fungsi utama dalam pengelolaan museum yaitu;

(1) Berfungsi menangani lingkungan, artinya melakukan tindakan penyelamatan lingkungan tempat penyimpanan obyek koleksi museum. Tempat penyimpanan koleksi jika tidak terawat dapat mendatangkan bahaya atau kerusakan. Oleh sebab itu, diupayakan keadaan obyek koleksi museum dalam keadaan baik.

(2) Berfungsi menangani koleksi artinya; tindakan perawatan yang ditujukan kepada objek koleksi museum yang mengalami kerusakan atau kena gangguan suatu penyakit. Kegiatan konservasi ini melakukan pemeriksaan, penyelamatan, atau tindakan lain. Kedua fungsi konservasi tersebut tidak boleh dipisahkan satu sama lain dalam upaya menyelamatkan dan merawat obyek koleksi museum. Obyek koleksi museum bila ditinjau dari bahan pembuatannya, dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu;

(1) Kelompok benda organik



Benda yang masuk kelompok organik adalah benda yang mengandung unsur organik yang hidup. Dalam hal ini, koleksi yang terbuat dari bahan tumbuhan serta binatang. Misalnya koleksi dari bahan kertas, kulit, kayu, lontar, tanduk, gading, fosil.

(2) Kelompok benda khusus

Benda yang terbuat dari bahan khusus adalah koleksi lukisan (lukisan cat minyak, lukisan cat air). Kekhususan jenis koleksi ini terletak pada kombinasi bahan pada lukisan, misalnya support (kain kanvas, kayu, harboard, batu, karung/bagor, dan sebagainya), *sizing* (perekat), *ground* (dasar), *paint* atau cat film atau cat lukisan, *coating* atau lapisan. Koleksi lukisan ini mudah rusak, akibat pengaruh iklim yang tidak stabil.

(3) Kelompok benda anorganik

Benda yang termasuk anorganik adalah koleksi yang terbuat dari bahan:

- (1) logam (emas, perak, perunggu, kuningan, dan sebagainya)
- (2) batu (batu kali, batu gunung, batu cadas, dan sebagainya)
- (3) keramik (porselin)
- (4) kaca
- (5) tembikar dan sebagainya.

Benda logam banyak digunakan sebagai material sejak zaman peradaban manusia dari dahulu sampai sekarang. Hal ini disebabkan logam memiliki sifat yang lebih baik daripada sifat material yang lainnya. Sifat tersebut adalah :



- a. Liat (dapat ditempa/ditarik)
- b. Penghantar listrik / panas yang baik
- c. Mengkilap
- d. Dapat dilebur
- e. Dapat dibuat paduan
- f. Dapat mengalami korosi

Meskipun banyak jenisnya, logam yang ditemukan sebagai peninggalan budaya tidaklah terlalu banyak. Ditinjau dari jenis logam penyusunnya, material logam dikelompokkan menjadi dua yaitu:

1. Logam Non Besi (*Non Ferrous*)

Logam non besi merupakan semua unsur logam yang komposisi utamanya bukan besi. Jenis logam ini sering digunakan, akan tetapi jarang sekali digunakan pada industri karena pada industri lebih banyak menggunakan logam besi.

2. Logam Besi (*ferrous*)

Logam besi adalah unsur kimia yang mempunyai sifat-sifat kuat, keras, penghantar listrik dan panas, serta mempunyai titik cair tinggi. Bijih logam

ditemukan dengan cara penambangan yang terdapat dalam keadaan murni atau bercampur.

Logam Besi (*Ferrous*) juga dapat dibedakan menjadi dua yaitu;

A. Baja (*Steel*)

merupakan baja paduan dengan berbagai elemen dalam jumlah total antara 1,0% dan 50% berat untuk meningkatkan sifat mekanik.

Baja paduan dipecah menjadi dua kelompok:

1). Baja paduan rendah (*low alloy steel*)

Baja paduan rendah biasanya digunakan untuk mencapai *hardenability* lebih baik, yang pada gilirannya akan meningkatkan sifat mekanis lainnya. Mereka juga digunakan untuk meningkatkan ketahanan korosi dalam kondisi lingkungan tertentu. Dengan karbon tingkat menengah ke tingkat karbon tinggi, baja paduan rendah sulit digunakan untuk las. Menurunkan kandungan karbon pada kisaran 0,10% menjadi 0,30%, bersama dengan beberapa pengurangan elemen paduan, meningkatkan *weldability* dan sifat mampu bentuk baja dengan tetap menjaga kekuatannya. Seperti logam digolongkan sebagai baja paduan rendah kekuatan tinggi.

Baja paduan rendah dikelompokkan menjadi 3 yaitu:

a). Baja Karbon Rendah (*low carbon steel*)

Baja ini dengan komposisi karbon kurang dari 2%. Fasa dan struktur mikronya adalah *ferrit* dan *perlit*. Baja ini tidak bisa dikeraskan dengan cara perlakuan panas (*martensit*) hanya bisa dengan pengerjaan dingin. Sifat mekaniknya lunak, lemah dan memiliki keuletan dan ketangguhan yang baik. Serta mampu mesin (*machinability*) dan mampu las nya (*weldability*) baik.

b). Baja Karbon Sedang (*medium carbon steel*)

Baja Mil memiliki komposisi karbon antara 0,2%-0,5% C (berat). Dapat dikeraskan dengan perlakuan panas yaitu dengan memanaskan hingga fasa *austenit* dan setelah ditahan beberapa saat, didinginkan dengan cepat ke dalam air atau sering disebut *quenching* untuk memperoleh fasa yang keras yaitu *martensit*. Baja ini terdiri dari baja karbon sedang biasa (*plain*) dan baja mampu keras. Kandungan karbon yang relatif tinggi itu dapat meningkatkan kekerasannya. Namun tidak cocok untuk dilas, dengan kata lain mampu las nya rendah. Dengan penambahan unsur lain seperti Cr, Ni, dan Mo lebih meningkatkan mampu kerasnya. Baja ini lebih kuat dari baja karbon rendah dan cocok untuk komponen mesin, roda kereta api, roda gigi (*gear*), poros engkol (*crankshaft*) serta komponen struktur yang memerlukan kekuatan tinggi, ketahanan aus, dan tangguh.

c). Baja Karbon Tinggi (*high carbon steel*)

Baja karbon tinggi memiliki komposisi antara 0,6- 1,4% C (berat). Kekerasan dan kekuatannya sangat tinggi, namun keuletannya kurang. Baja ini cocok untuk baja perkakas, dies (cetakan), pegas, kawat kekuatan tinggi dan alat potong yang dapat dikeraskan dan ditempa dengan baik. Baja ini terdiri dari baja karbon tinggi biasa dan baja perkakas. Khusus untuk baja perkakas biasanya mengandung Cr, V, W, dan Mo. Dalam paduannya unsur-unsur tersebut bersenyawa dengan karbon menjadi senyawa yang sangat keras sehingga ketahanan aus sangat baik.

2). Baja Paduan Tinggi (*high alloy steel*)

Baja paduan tinggi terdiri dari baja tahan karat atau disebut dengan stainless steel dan baja tahan panas. Baja ini memiliki ketahanan korosi yang baik, terutama pada kondisi atmosfer. Unsur utama yang meningkatkan korosi adalah Cr dengan komposisi paling sedikit 11%. Ketahanan korosi dapat juga ditingkatkan dengan penambahan unsur Ni dan Mo. Baja tahan karat dibagi menjadi tiga kelas utama yaitu jenis *martensitik*, *feritik*, dan *austenitik*.

B. Besi Cor (*cast iron*)

Besi cor adalah kelompok paduan besi memiliki kadar karbon diatas 1,7% (berat). Biasanya berkisar antara 3-4, 43% C (berat). Elemen utamanya selain C dan Si juga ada elemen-elemen pemadu lainnya seperti Mn, S, P, Mg, dan lain-lain dalam jumlah sedikit. Sifatnya sangat getas namun baik dibanding baja. Titik cairnya lebih rendah, ketahanan korosinya lebih baik, hal ini dikarenakan adanya grafit yang tersebar dalam besi cor. Berdasarkan jenis matriksnya besi cor terdiri dari besi cor kelabu (*gray cast iron*), besi cor putih, besi cor noduler, besticor mampu bentuk (*malleable*).

Logam besi banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari sejak jaman dahulu yang dibuktikan dengan adanya penemuan arkeologis berbahan besi.

Besi banyak digunakan untuk membuat peralatan. Ada dua jenis besi yaitu :

- a. Besi tempa, komposisinya terdiri dari besi murni dan besi silikat
- b. Besi tuang adalah besi dengan kadar karbon diatas 1.7% meski biasanya besi tuang memiliki kadar carbon 3 - 4.5 %. Besi tuang banyak digunakan dalam dunia teknik dan industri karena karakteristik atau sifat *machinability* yang mudah dikerjakan dengan mesin dan memiliki sifat tahan aus karena bersifat *self lubrication*. Besi tuang dibagi menjadi 2 yaitu :

2. Besi tuang putih: Dimana sebagian besar karbon yang terikat dalam besi sebagai *zementite* (Fe_3C) yang keras. Besi tuang ini memiliki bidang patahan berwarna putih.

Logam besi banyak diaplikasikan dengan logam lain seperti baja. Baja merupakan perpaduan antara besi (Fe) dan Carbon (C), Besi adalah elemen metal dan Carbon adalah elemen non metal. Baja sendiri digolongkan menjadi dua golongan yaitu baja bukan paduan (yang hanya terpadu dengan Carbon saja) dan baja paduan yaitu yang terpadu dengan elemen lain sesuai dengan kebutuhan dan sifat yang dikehendaki. Elemen paduan yang ditambahkan itu sendiri terdiri dari Mangan, Chrome, Nickel, Wolfram, Silisium, dan lainnya. Proses pengolahan logam disebut dengan proses metalurgi. Secara garis besar proses metalurgi berlangsung dalam 3 tahap yaitu :

- a. Proses awal: pemisahan zat pengotor dan perubahan bijih logam menjadi senyawa yang lebih mudah direduksi.
- b. Proses reduksi
- c. Proses pemurnian /purifikasi.

Dalam proses metalurgi unsur logam sering dipadupadankan dengan logam lain sehingga diperoleh sifat paduan yang lebih baik dari sifat logam sebelumnya. Beberapa contoh paduan logam yang sering digunakan yaitu :

1. Kuningan (Cu + Zn)
2. Perunggu (Cu + Sn dan Pb)
3. Seng (Zn + Sn)
4. Besi (Fe + C)
5. Baja (Fe + C + Logam lain)
6. Nikrom (Ni + Fe + Cr)
7. Alnico (Al + Ni + Co + Fe)

BAB II

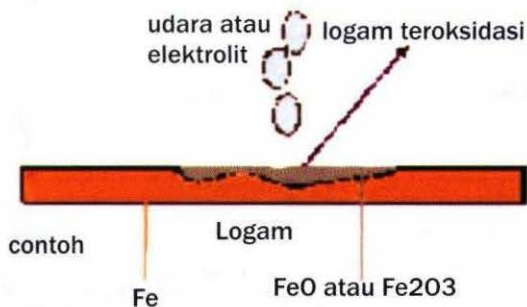
FAKTOR KERUSAKAN BESI

Indonesia memiliki beranekaragam jenis cagar budaya yang tersebar di seluruh penjuru Negara. Banyak diantaranya menjadi koleksi museum dan merupakan cagar budaya bergerak. Bahan pembuatannya pun beranekaragam, diantaranya terbuat dari logam seperti perunggu, emas, perak, besi, timah ataupun tembaga yang termasuk dalam kategori bahan non organik. Sebagaimana layaknya sifat logam yang pada umumnya sensitif terhadap kondisi lingkungan terutama kelembaban, koleksi museum yang terbuat dari logam memiliki beberapa permasalahan. Permasalahan yang dihadapi tergantung jenis logam pembentuk koleksi dan dimana koleksi tersebut berada, apakah di ruang pameran, ruang penyimpanan, di tempat pameran udara terbuka atau mungkin baru saja diangkat dari lokasi ekskavasi. Permasalahan yang kerap ditemukan adalah munculnya endapan garam atau karat pada permukaan logam. Salah satu kerusakan yang sering ditemui pada logam besi adalah korosi. Agar dalam penanganan konservasi dapat berhasil dan dapat dilaksanakan dengan baik, beberapa hal yang perlu diketahui adalah: sifat bahan penyusun logam dan proses pembentukan korosinya.



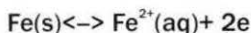
Meriam yang korosi setelah ekskavasi

Korosi adalah kerusakan atau *degradasi* kondisi logam sebagai akibat reaksi *redoks* antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Dalam bahasa sehari-hari, korosi disebut perkaratan. Pada peristiwa korosi, logam mengalami oksidasi, sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi. Karat logam umumnya adalah berupa oksida atau karbonat. Rumus kimia karat besi adalah $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$, suatu zat padat yang berwarna coklat-merah.

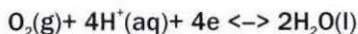


Gambar korosi logam Fe

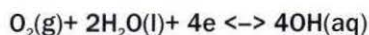
Korosi merupakan suatu proses *elektrokimia*. Pada korosi besi, bagian tertentu dari besi itu berlaku sebagai *anode*, dimana besi mengalami *oksidasi*.

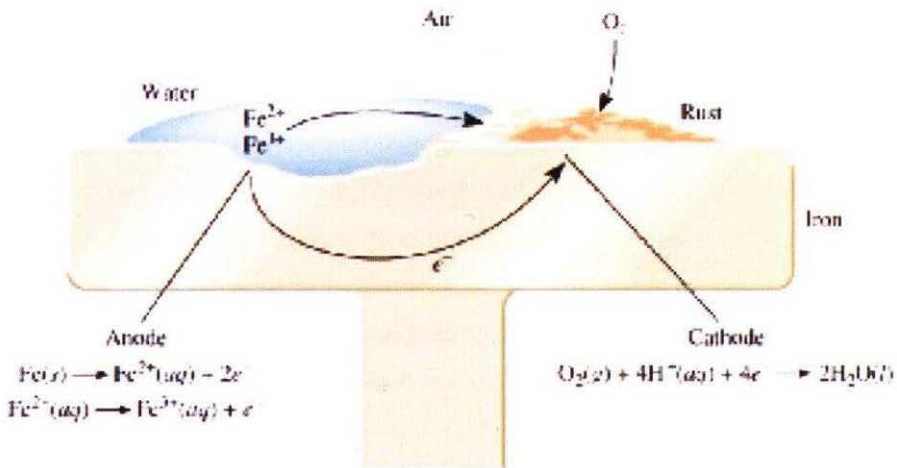


Elektron yang dibebaskan di anode mengalir ke bagian lain dari besi itu yang bertindak sebagai katode, di mana oksigen tereduksi.



atau





Ion besi (II) yang terbentuk pada anode selanjutnya teroksidasi membentuk ion besi (III) yang kemudian membentuk senyawa oksida terhidrasi, yaitu karat besi. Mengenai bagian mana dari besi itu yang bertindak sebagai anode dan bagian mana yang bertindak sebagai katode, bergantung pada berbagai faktor, misalnya zat pengotor, atau perbedaan rapatan logam itu. Korosi merupakan reaksi kimia yang terjadi secara alami dan spontan. Tanpa campur tangan manusia, logam dapat bereaksi dengan faktor luar dan menyebabkan peristiwa korosi. Korosi pada besi biasanya terjadi oleh karena proses hidratisasi, sehingga terbentuk karat. Adapun karat ini dapat berupa : *hematite* (Fe₂O₃), *goethite* (Fe₂O₂(OH)₂) dan *limonite* (2Fe₂O₃·3H₂O)

Adapun beberapa jenis korosi yang umum terjadi pada logam sebagai berikut:

1. Korosi Galvanis (*Bemetal Corrosion*)

Disebut juga korosi dwilogam yang merupakan perkaratan elektrokimiawi apabila dua macam metal yang berbeda potensial dihubungkan langsung dalam elektrolit yang sama. Elektron akan mengalir dari metal yang kurang mulia (anodik) menuju ke metal yang lebih mulia (katodik).

Akibatnya metal yang kurang mulia berubah menjadi ion-ion positif karena kehilangan elektron. Ion-ion positif metal bereaksi dengan ion-ion negatif yang berada di dalam elektrolit menjadi garam metal. Karena peristiwa ini, permukaan anoda kehilangan metal sehingga terbentuk sumur-sumur karat atau jika merata akan terbentuk karat permukaan.

2. Korosi Sumuran (*Pitting Corrosion*)

Adalah korosi yang terjadi karena komposisi logam yang tidak homogen dan ini menyebabkan korosi yang dalam pada berbagai tempat. Dapat juga adanya kontak antara logam, maka pada daerah batas akan timbul korosi berbentuk sumur.

3. Korosi Erosi (*Erosion Corrosion*)

Logam yang sebelumnya telah terkena erosi akibat terjadinya keausan dan menimbulkan bagian-bagian yang tajam dan kasar. Bagian-bagian inilah yang mudah terserang korosi dan apabila terdapat gesekan maka akan menimbulkan abrasi yang lebih berat.

4. Korosi Regangan (*Stress Corrosion*)

Gaya-gaya seperti tarikan (*tensile*) atau kompresi (*Compressive*) berpengaruh sangat kecil pada proses pengkaratan. Adanya kombinasi antara regangan tarik (*tensile stress*) dan lingkungan yang korosif, maka akan terjadi kegagalan material berupa retakan yang disebut retak karat regangan.

5. Korosi Celah (*Crevice Corrosion*)

Korosi yang terjadi pada logam yang berdempetan dengan logam lain atau non logam, dan diantaranya terdapat celah yang dapat menahan kotoran dan air sebagai sumber terjadinya korosi. Konsentrasi Oksigen pada mulut lebih kaya dibandingkan pada bagian dalam, sehingga bagian dalam lebih anodik dan bagian mulut menjadi katodik. Maka terjadi aliran arus dari

dalam menuju mulut logam yang menimbulkan korosi. Atau juga perbedaan konsentrasi zat asam. Dimana celah sempit yang terisi elektrolit (pH rendah) maka terjadilah sel korosi dengan katodanya permukaan sebelah luar celah yang basah dengan air yang lebih banyak mengandung zat asam dari pada daerah dalam yang bersifat anodik. Maka dari sinilah terjadinya korosi dengan adanya katoda dan anoda.

6. Korosi Kavitasi (*Cavitation Corrosion*)

Terjadi karena tingginya kecepatan cairan menciptakan daerah-daerah bertekanan tinggi dan rendah secara berulang-ulang pada permukaan peralatan di mana cairan tersebut mengalir. Maka terjadilah gelembung-gelembung uap air pada permukaan tersebut, yang apabila pecah kembali menjadi cairan akan menimbulkan pukulan pada permukaan yang cukup besar untuk memecahkan film oksida pelindung permukaan. Akibatnya bagian permukaan yang tidak terlindungi terserang korosi. Karena bagian tersebut menjadi anodik terhadap bagian yang terlindungi. Karena terjadinya korosi pada bagian tersebut, maka akan kehilangan massa dan menjadi takik. Takik-takik tersebut akan bertambah dalam karena permukaan di dalam takik tidak sempat membentuk film pelindung karena kecepatan cairan yang tinggi dan proses kavitasi akan berlangsung secara berulang-ulang.

7. Korosi Lelah (*Fatigue Corrosion*)

Bila logam mendapat beban siklus yang berulang-ulang, tetapi masih di bawah batas kekuatan luluhnya, maka setelah sekian lama akan patah karena terjadi kelelahan logam. Kelelahan dapat dipercepat dengan adanya serangan korosi. Kombinasi antara kelelahan dan korosi yang mengakibatkan kegagalan disebut korosi lelah. Korosi lelah terjadi di daerah yang menderita beban, lasan dan lainnya.

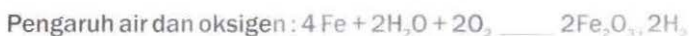
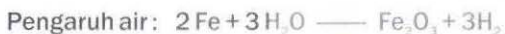
8. Korosi antar kristal

Terjadinya korosi hanya pada batas kristal, akibat dari serangan elektrolit. Hal tersebut dikarenakan tegangan pada kristal adalah paling tinggi. Dan terjadinya karbida pada batas butir yang dapat mengakibatkan korosi ini. (Sumber USU: Indra, Kimia dari Inhibitor Korosi: 2004)

Korosi pada permukaan logam dapat dipercepat oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Kontak Langsung logam dengan H_2O dan O_2

Korosi pada permukaan logam merupakan proses yang mengandung reaksi redoks. Sebagai contoh, korosi besi terjadi apabila ada oksigen (O_2) dan air (H_2O). Adapun penyebab korosi oleh air dan oksigen dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu :



Jika besi berhubungan dengan phospat, maka akan terjadi lapisan Ferry phospat, dimana ini merupakan suatu lapisan pelindung logam itu sendiri. Bila besi berhubungan langsung dengan *sulfide*, akan terjadi *besi sulfide*.

Logam besi tidaklah murni, melainkan mengandung campuran karbon yang menyebar secara tidak merata dalam logam tersebut sehingga menimbulkan perbedaan potensial listrik antara atom logam dengan atom karbon (C). Atom logam besi (Fe) bertindak sebagai anode dan atom C sebagai katode. Oksigen dari udara yang larut dalam air akan tereduksi, sedangkan air sendiri berfungsi sebagai media tempat berlangsungnya reaksi redoks pada peristiwa korosi. Jika jumlah O_2 dan H_2O yang mengalami kontak dengan permukaan logam semakin banyak, maka semakin cepat berlangsungnya korosi pada permukaan logam tersebut.

2. Keberadaan Zat Pengotor

Adanya Zat Pengotor di permukaan logam dapat menyebabkan terjadinya reaksi reduksi tambahan sehingga lebih banyak atom logam yang teroksidasi. Sebagai contoh, adanya tumpukan debu karbon dari



hasil pembakaran BBM pada permukaan logam mampu mempercepat reaksi reduksi gas oksigen pada permukaan logam yang mengakibatkan proses korosi semakin cepat pula.

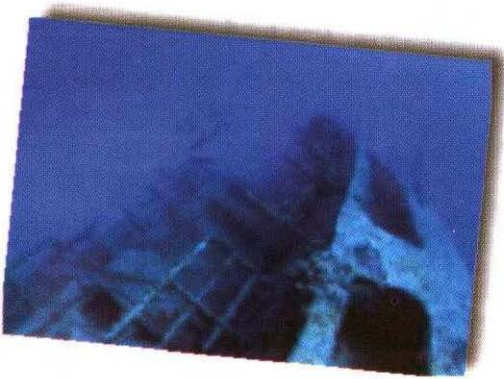
3. Kontak dengan Elektrolit

Keberadaan elektrolit, seperti garam dalam air laut dapat

mempercepat laju korosi dengan menambah terjadinya reaksi tambahan. Konsentrasi elektrolit yang besar dapat meningkatkan laju aliran elektron sehingga laju korosi meningkat.

4. Temperatur

Temperatur mempengaruhi kecepatan reaksi redoks pada peristiwa korosi. Secara umum, semakin tinggi temperatur maka semakin cepat terjadinya korosi. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya temperatur maka meningkat pula energi kinetik partikel sehingga kemungkinan terjadinya tumbukan efektif pada reaksi redoks semakin besar dan laju korosi pada logam semakin meningkat. Efek korosi yang disebabkan oleh pengaruh





Knalpot Kendaraan Bermotor
Terkorosi Akibat Temperatur Tinggi



Korosi Pada Kondisi Asam
Lebih Cepat Terjadi.



Besi yang Belum Terkorosi
Pada Kondisi Netral.

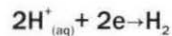


Permukaan Logam yang Kasar
Cenderung Mengalami Korosi

temperatur dapat dilihat pada perkakas-perkakas atau mesin-mesin yang dalam pemakaiannya menimbulkan panas akibat gesekan (seperti *cutting tools*) atau dikenai panas secara langsung (seperti mesin kendaraan bermotor).

5. pH

Peristiwa korosi pada kondisi asam, yakni pada kondisi $\text{pH} < 7$ semakin besar, karena adanya reaksi reduksi tambahan yang berlangsung pada katode yaitu:



Adanya reaksi reduksi tambahan pada katode menyebabkan lebih banyak atom logam yang teroksidasi sehingga laju korosi pada permukaan logam semakin besar.

6. Metalurgi

· Permukaan logam

Permukaan logam yang lebih kasar akan menimbulkan beda potensial dan memiliki kecenderungan untuk menjadi anode yang terkorosi.

· Efek Galvanic Coupling

Kemurnian logam yang rendah mengindikasikan banyaknya atom-atom unsur lain yang terdapat pada logam

tersebut sehingga memicu terjadinya efek *Galvanic Coupling*, yakni timbulnya perbedaan potensial pada permukaan logam akibat perbedaan E° antara atom-atom unsur logam yang berbeda dan terdapat pada permukaan logam dengan kemurnian rendah. Efek ini memicu korosi pada permukaan logam melalui peningkatan reaksi oksidasi pada daerah anode.

7. Mikroba

Keberadaan mikroorganismenya memberikan pengaruh terhadap korosi pada permukaan logam yaitu :

a) Secara langsung

Menghasilkan zat korosif seperti *hydrogen sulfide*, *carbon dioksida*, *ammonia*, *asam organik* dan *anorganik*.

b) Secara tidak langsung

Menghasilkan zat depolarisasi yang mempercepat reaksi korosi antara benda logam dengan lingkungannya.

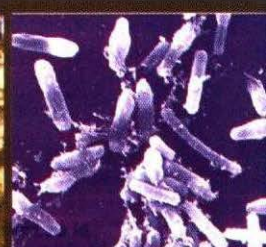
Adanya koloni mikroba pada permukaan logam dapat menyebabkan peningkatan korosi pada logam. Hal ini disebabkan karena mikroba tersebut mampu mendegradasi logam melalui reaksi redoks untuk memperoleh energi bagi kelangsungan hidupnya. Mikroba yang mampu menyebabkan korosi, antara lain: *protozoa*, bakteri besi *mangan oksida*, bakteri *reduksi sulfat*, dan bakteri *oksidasi sulfur-sulfida*. *Thiobacillus thiooxidans* dan *Thiobacillus ferrooxidans*



Korosi Pada Logam
disebabkan oleh Mikroba



Koloni Bakteri *Thiobacillus ferrooxidans*
Pada Permukaan Logam Besi yang Terkorosi



Koloni Bakteri
Thiobacillus thiooxidans

8. Tanah

Penyebab korosi yang paling membahayakan keberadaan besi adalah tanah. Air dan gas di sekitar lingkungan mudah menembus pori-pori tanah, dan di dalam tanah sendiri terdapat banyak senyawa-senyawa kimia. Reaksi



antara tanah dengan logam terjadi secara langsung baik secara kimiawi maupun secara elektrokimia. Secara kimiawi terjadi oleh adanya pengaruh senyawa-senyawa kimiawi yang ada dalam tanah dengan logam.

Sedangkan secara elektro kimia

disebabkan oleh arus listrik yang dihasilkan dalam tanah oleh logam itu sendiri dengan senyawa elektrolit sehingga terjadi pertukaran ion.

Dengan adanya faktor pemicu terjadinya korosi atau karat yang terbentuk pada logam akan mempercepat proses pengamatan berikutnya. Oleh sebab itu, karat disebut juga dengan autokatalis. Mekanisme terjadinya korosi adalah logam besi yang letaknya jauh dari permukaan kontak dengan udara akan dioksidasi oleh ion Fe^{2+} . Ion ini larut dalam tetesan air. Tempat terjadinya reaksi oksidasi di salah satu ujung tetesan air ini disebut *anode* Ion Fe^{2+} yang terbentuk bergerak dari anode ke katode melalui logam. Elektron ini selanjutnya mereduksi oksigen dari udara dan menghasilkan air. Ujung tetesan air tempat terjadinya reaksi reduksi ini disebut *katode* Sebagian oksigen dari udara larut dalam tetesan air dan mengoksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} yang membentuk karat besi ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

BAB III

TEKNIK KONSERVASI LOGAM BESI

Koleksi museum merupakan bahan atau obyek penelitian ilmiah. Sebagai roh museum, koleksi museum memiliki nilai ilmu pengetahuan, kesenian, serta nilai keagamaan, nilai historis, dan sebagainya. Agar tetap terjaga kelestariannya perlu dilakukan perawatan yang sesuai dengan karakteristik dan material koleksi. Kegiatan konservasi yang dilakukan harus sesuai dengan prosedur agar permasalahan setiap koleksi dapat teratasi dan terhindar dari kemungkinan dampak negative yang muncul sebagai akibat dari tindakan konservasi. Secara sistematis, tahapan konservasi terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut ini (Herman, 1981 :66 dalam Wahono 2007):

1. Pendokumentasian secara tertulis informasi tentang koleksi yang akan di konservasi.
2. Pencatatan dan pemeriksaan penyakit pada koleksi museum.
3. Pemotretan terhadap benda koleksi sebelum dilakukan pengobatan
4. Pencatatan tentang bahan kimia yang digunakan untuk memproses serta cara melakukannya.
5. Pemberian (reservasi) dan pengembalian nomer inventaris yang terhapus selama diproses
6. Pemotretan kedua sesudah benda tersebut selesai diproses
7. Finale record secara menyeluruh pada formulir yang sudah disediakan.

Pada dasarnya, kegiatan konservasi logam besi dibagi menjadi dua tahapan kegiatan. Kegiatan pertama dikenal dengan sebutan tindakan konservasi preventif yaitu: tindakan mengontrol penyebab yang berpotensi merusak koleksi museum untuk meminimalkan kerusakan pada saat sekarang dan yang akan datang. Kegiatan kedua adalah konservasi kuratif.



Tindakan ini bertujuan menghilangkan endapan garam atau kapur yang menempel pada koleksi berbahan logam besi. Konservasi kuratif melibatkan penggunaan bahan-bahan kimia, yang dilakukan untuk mengontrol penyebab kerusakan yang

potensial terhadap koleksi museum. Kuratif hanya dilakukan jika terdapat kerusakan benda yang mengancam kondisi keterawatan benda tersebut dan hanya dilakukan jika memang diperlukan secara teknis dan tidak ada alternative lain yang dapat mengatasi masalah tersebut.

Secara umum konservasi logam besi meliputi tahap-tahap sebagai berikut :

A. Persiapan alat dan bahan yang diperlukan

Sebelum melaksanakan proses konservasi perlu dilakukan persiapan-persiapan untuk mempermudah kegiatan konservasi.

1. Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam tahapan konservasi adalah sebagai berikut:

- a) Pinset
- b) Beaker Glass
- c) Gelas ukur
- d) Pipet volume
- e) Batang pengaduk
- f) Corong gelas
- g) Scapel
- h) Jarum
- i) Sikat plastik

- j) Sarung tangan
- k) Masker
- l) Kamera digital

2. Bahan kimia

- a) Air yang mengalir
- b) *De-ionized water*
- c) *Aseton*
- d) *Etanol*
- e) NaOH
- f) *PVA (Polyvinyl Acetate)*
- g) *Toluena*
- h) *Sodium hidoksida*
- i) *Citrit Acid 5%*
- j) *Asam oksalat 5%*
- k) *Kalium bikromat 5%*
- l) *Teepol*

3. Bahan tradisional

- a) Jeruk nipis
- b) Buah nanas
- c) Belimbing wuluh

B. Pembersihan kotoran pada logam

Tujuan tahap pembersihan adalah mengurangi dan menghilangkan akumulasi debu, kotoran, noda ataupun agensia pemicu korosi yang menempel pada permukaan logam. Endapan tanah, karat atau endapan garam yang mengeras dalam bentuk inkrastasi sering ditemukan pada saat konservasi. Penghilangan endapan pada koleksi berbahan besi merupakan tahap yang sulit dalam konservasi. Kondisi besi yang sudah

lapuk/mengeras menyebabkan lapisan kerak yang sangat tebal di permukaan benda koleksi. Pembersihan diawali dengan cara kering yang kemudian dilanjutkan dengan cara basah secara kimiawi. Pada dasarnya penghilangan endapan/kerak dilakukan secara hati-hati secara manual dengan menggunakan jarum atau scapel. Dapat juga menggunakan *engraver/ultrasonic cleaner*. Penghilangan kerak harus dilakukan secara perlahan sehingga yang terlepas adalah kerak karatnya dan bukan bagian dari objek tersebut. Oleh karena itu sebisa mungkin untuk mengenali bentuk benda sebelum dilakukan konservasi sehingga memudahkan konservator dalam melepaskan bagian yang harus dibuang.

C. Evaluasi kondisi logam

Setelah kerak pada objek dihilangkan, kemudian dibilas secara hati-hati, diuji, kondisinya dievaluasi untuk menentukan klasifikasi penanganan konservasi (*treatment*). Dari hasil pengamatan secara visual terhadap kedalaman lapisan korosi, maka dapat dibedakan klasifikasi konservasi selanjutnya yaitu sebagai berikut:

Ø Benda logam yang kondisinya masih solid dan mampu menahan bahan kimia dapat dilakukan pembersihan atau *treatment* secara kimiawi. Pembersihan secara kimiawi untuk menghilangkan kerak dengan melibatkan bahan kimia.

Ø Specimen logam yang terkorosi, kondisinya kurang baik, sangat sedikit logam yang tersisa dan rapuh. Prosedur perlakuannya dengan cara merendam ke dalam larutan, cara ini efektif untuk objek yang berukuran kecil.

Ø Benda logam yang kondisinya sangat jelek, rapuh hanya dapat dikonsolidasi atau ditreatmen tetapi tidak menyeluruh.

D. Pelaksanaan konservasi

a. Penghilangan endapan karat

a) Pembersihan kimia

Pembersihan secara kimiawi merupakan salah satu cara alternative yang mudah dilakukan dan efektif untuk menghilangkan adanya endapan garam/ kerak karat pada logam. Beberapa bahan kimia yang dapat digunakan adalah asam sitrit 5% atau asam oksalat 5%. Pelaksanaan konservasi untuk objek yang berukuran kecil hingga sedang dilakukan dengan cara merendam objek pada wadah yang berisi larutan kimia selama ± 10 menit kemudian diangkat dan disikat dengan sikat plastik berbulu halus dalam keadaan air yang mengalir. Perlakuan ini dilaksanakan secara berulang-ulang hingga karat yang menempel pada objek berkurang/hilang. Untuk objek yang berukuran besar seperti meriam, tidak memungkinkan untuk melakukan perendaman. Konservasi dilakukan dengan cara





Kondisi meriam sebelum dikonservasi



Meriam yang sudah terbalut dengan bahan kimia Citrid Acid 3%



Kondisi meriam setelah 1 hari



Kondisi meriam setelah balutan dibuka



Kondisi meriam setelah selesai dikonservasi

mengoleskan larutan kimia ke permukaan objek kemudian disikat dengan sikat plastic berbulu halus dan dibilas dengan air mengalir. Perlakuan ini dilakukan berulang-ulang hingga karatnya berkurang/hilang. Konservasi secara kimia dapat pula dilakukan dengan cara membalut permukaan objek dengan kapas yang sudah diolesi dengan larutan kimia. Permukaan yang sudah tertutup kapas tersebut kemudian ditutup dengan plastic hingga rapat untuk mencegah kontak antara permukaan objek dengan udara. Pembalutan ini dilakukan selama ± 24 jam. Langkah berikutnya adalah membuka balutan untuk kemudian disikat dalam kondisi air yang mengalir. Perlakuan ini dapat dilakukan secara berulang-ulang sampai karatnya hilang.

b) Penghilangan karat secara reduksi elektrolisis dan elektrokimia

Pada prinsipnya adalah memberikan muatan negative pada koleksi yang berkarat sehingga Fe_2O_3 tereduksi. Proses ini melibatkan dua logam sebagai katoda dan anoda. Tahapan ini terjadi

karena adanya be' potensial redoks dari logam. Metode reduksi elektrolisis melibatkan arus listrik untuk berlangsungnya proses pembersihan. Sedangkan metode elektrokimia tidak melibatkan arus listrik accu dalam proses pembersihan.

Pada proses reduksi elektrolisis, objek yang berkarat dicelupkan ke dalam larutan NaOH 5% yang tersedia di dalam wadah gelas *beaker* dengan plat *stainless steel* atau batang karbon. Objek berkarat bertindak sebagai anoda dan plat *stainless steel* bertindak sebagai katoda yang kemudian dihubungkan dengan kawat dan arus listrik searah 9-12 volt. Setiap 10 menit koleksi diangkat kemudian disikat dengan sikat plastik berbulu halus dalam air yang mengalir. Tahapan ini dilakukan secara berulang-ulang sampai karatnya hilang.

Pada tahap elektrokimia, objek dimasukkan kedalam gelas *beaker* berisi larutan NaOH 5% yang kemudian pada permukaan larutan ditaburi serbuk seng hingga menutupi seluruh permukaannya. Selanjutnya larutan ini dipanaskan di atas kompor listrik hingga suhu 90°C. Setiap 30 menit objek diangkat dan disikat dengan sikat plastik berbulu halus. Proses ini dilakukan secara berulang-ulang sampai karat pada objek hilang. Selanjutnya objek dibilas dengan *De-ionized water*.

c) Pembersihan secara tradisional

Analog dengan langkah pembersihan secara kimiawi. Factor pembedanya adalah zat yang digunakan. Bahan tradisional yang digunakan adalah jeruk nipis atau buah nanas. Pemilihan bahan ini didasarkan pada sifat asam yang dimiliki bahan tersebut. Pada kondisi asam, karat dapat menjadi lunak dan memudahkan untuk menghilangkan karat pada objek tersebut. Buah yang bersifat asam

seperti jeruk/nanas/belimbing wuluh diperas hingga diperoleh air buah tersebut. Air inilah yang akan digunakan sebagai bahan konservasi tradisional. Untuk objek yang berukuran kecil atau sedang dapat dilakukan dengan cara perendaman ataupun pembalutan dengan bahan tradisional tersebut. Sedangkan untuk objek yang berukuran besar dapat dilakukan dengan cara pengolesan atau pembalutan dengan kapas yang sudah mengandung bahan tradisional tersebut.

b. Pengeringan

Pengeringan dalam tahapan konservasi bertujuan untuk menghilangkan seluruh bahan kimia yang digunakan selama proses

konservasi dan untuk menstabilkan hasil akhir tahapan konservasi. Hal pertama yang dilakukan adalah dengan melakukan pembilasan objek hingga benar-benar terbebas dari bahan kimia terlarut. Pada proses pengeringan, langkah pertama yang dilakukan adalah dengan merendam objek dalam alkhohol/aceton. Perendaman bertujuan untuk mengganti air yang terdapat dalam objek dengan pelarut yang lebih mudah menguap.



Setelah itu objek dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C - 60°C .

c. Perbaikan / konsolidasi

Langkah ini bertujuan mempertahankan keberadaan cagar budaya yang mengalami kerusakan seperti retak, pecah, serta yang mengalami kerapuhan. Konsolidasi dilakukan dalam kondisi objek yang sudah kering. Tindakan perbaikan dilakukan apabila ada bagian benda logam yang retak atau patah yang timbul selama pengerjaan karena kondisinya telah rapuh

sekali. Sebelum perbaikan dilakukan, benda yang telah menjadi fragmen direkonstruksi lebih dahulu. Selanjutnya disambung dengan menggunakan bahan perekat *epoxy resin*.

d. Stabilisasi

Proses stabilisasi dilakukan pada kondisi objek yang sudah kering. Larutan yang digunakan adalah larutan kalium bikromat 5%. Larutan ini bertindak sebagai inhibitor atau pencegah proses korosi pada objek yang sudah dikonservasi.



e. Pelapisan / *coating*

Tujuan dari tahapan ini adalah melindungi permukaan logam dari agensia pemicu korosi dari luar sehingga proses korosi dapat dihambat. Tahapan *coating* dilakukan dengan tujuan sebagai agent pelindung permukaan logam dari kelembaban udara yang bisa menyebabkan korosi. Syarat bahan pelapis diantaranya: tak dapat dilewati air (uap air) atau gas; bentuk benda tetap natural; transparan; dan tidak korosif. Bahan yang digunakan adalah PVA (Polyvynil Acetate) 1-3% dalam pelarut toluene.

f. Penyimpanan

Kondisi lingkungan ruang penyimpanan/storage sangat berpengaruh pada keberadaan benda logam. Nilai RH tempat penyimpanan paling tinggi 60%, dianjurkan dibawah 50%. Sebaiknya benda logam ditempatkan pada lingkungan yang bebas dari polusi yang dapat menyebabkan korosi seperti SO₂, debu, dan keberadaan elektrolit (NaCl). Untuk mengetahui kondisi benda logam diperlukan monitoring secara periodic dan kontinyu agar setiap gejala korosi yang muncul dapat terpantau dengan baik dan dapat segera diambil tindakan konservasi yang tepat dan sesuai.

BAB IV

PENUTUP

Sebagai roh museum, kekayaan koleksi yang ada harus berimbang dengan kemajuan metode konservasi dan perlindungannya. Penelitian terhadap konservasi material berbahan logam besi terus digali dan dilakukan agar pelaksanaan konservasi tidak berhenti di tengah jalan. Selain itu juga diharapkan mampu untuk melestarikan nilai budaya dan arkeologis dari objek koleksi tersebut agar nantinya dapat dinikmati oleh generasi yang akan datang.

Tulisan singkat ini merupakan salah satu upaya untuk menjawab sebagian dari kebutuhan konservasi. Sebagian dari tulisan ini merupakan pengalaman penulis dalam melakukan percobaan-percobaan di laboratorium dengan referensi yang sudah ada. Akan tetapi tulisan ini juga merupakan kajian tertulis teoritis yang dikutip dari berbagai wacana sumber.

Penanganan objek koleksi memerlukan sumber daya konservator yang terampil dan terlatih dan metode konservasi yang sesuai dengan karakteristik objek koleksi yang ada di museum. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian secara kontinyu agar diperoleh metode-metode konservasi yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan konservasi yang ada di museum.

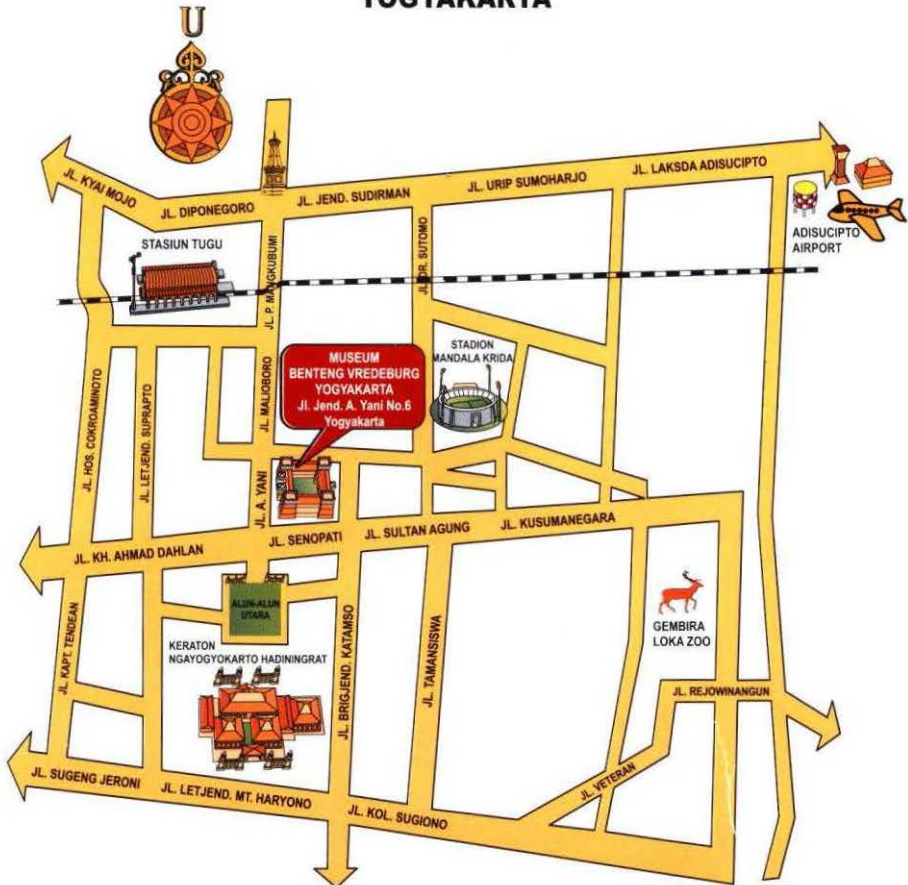
DAFTAR PUSTAKA

- Cahyandaru, Nahar, 2011, **Metode Penanganan Konservasi Peninggalan Bawah Air**, Disampaikan pada saat Rapat Penyusunan Metode Teknis Konservasi di Yogyakarta pada tanggal 11-13 Mei 2011.
- Fathonah, Ahmad, 2011, **Laporan Resmi Kerja Praktek PT PUSRI Palembang Maintenance Pada Centrifugal PUMP P-III Plant Ammonia dan Urea**, Surabaya : ITS.
- Herman.V.J., 1981, **Pedoman Konservasi Koleksi Museum**, Jakarta, Direktorat Permuseuman Ditjen Kebudayaan.
- Indra, 2004, **Kimia dari Inhibitor Korosi**, Universitas Sumatera Utara.
- Munandar, Aris, 2012, **Teknik konservasi benda benda LOGAM**, Disampaikan pada Bimbingan Teknis Konservasi Benda Benda Logam di Balai Konservasi Peninggalan Borobudur tanggal 13-17 JULI 2012.
- Wahono, 2007, **Konservasi Benda Budaya Di Museum Merupakan Realisasi Sistem Managemen (Studi Kasus di Museum Ronggowarsito)**, Semarang : Fokus Ekonomi.
- Saptono, Rahmat, 2008, **Pengetahuan Bahan**, Jakarta : Departemen Metalurgi dan Material FTUI.

http : www.chem-is-try.org

navale-engineering.blogspot.com

PETA LETAK MUSEUM BENTENG VREDEBURG YOGYAKARTA





MUSEUM BENTENG VREDEBURG YOGYAKARTA

Jl. Jend. A. Yani no.6 Yogyakarta

Telp. 0274-586934, Fax. 0274-510996

Email: vrede_burg@yahoo.co.id

Blog: museumvredeburg.blogspot.com